第 十 七 章
植物的结构和生殖

一、植物的结构和功能
二、植物的生长
三、植物的生殖和发育

珙桐，又名中国鸽子树



次生分生组织

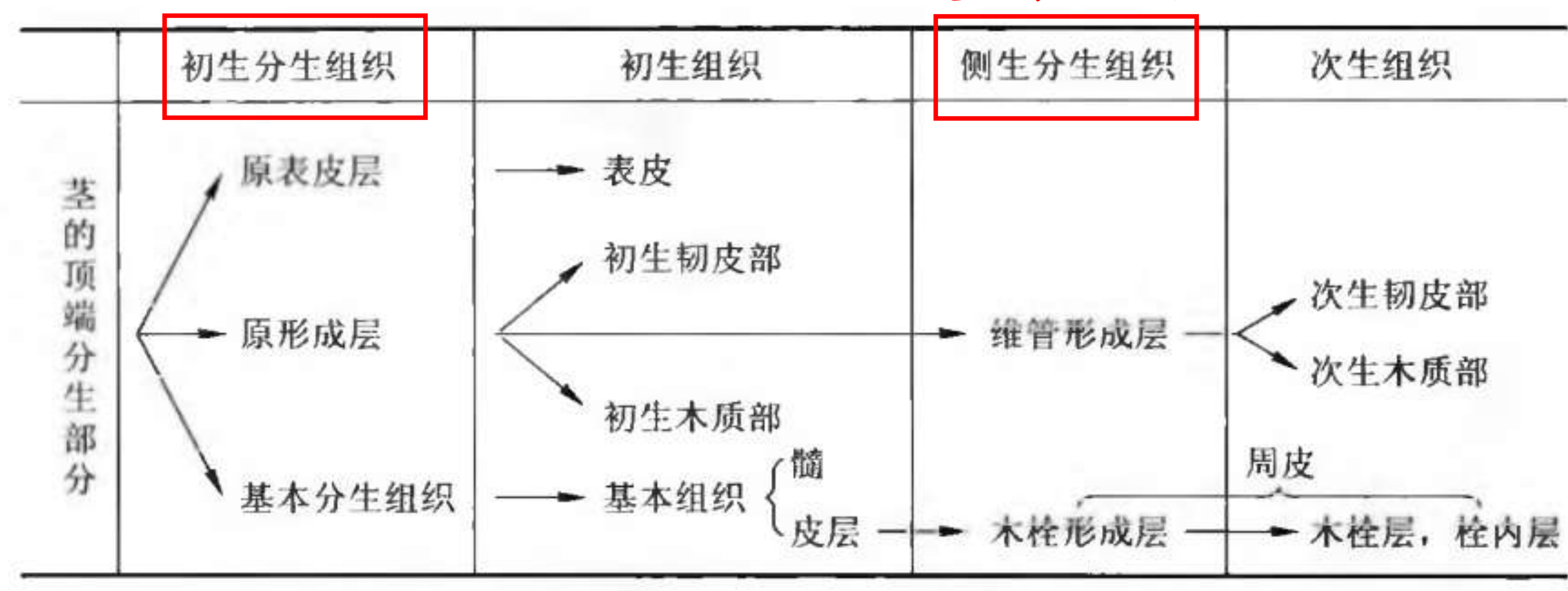
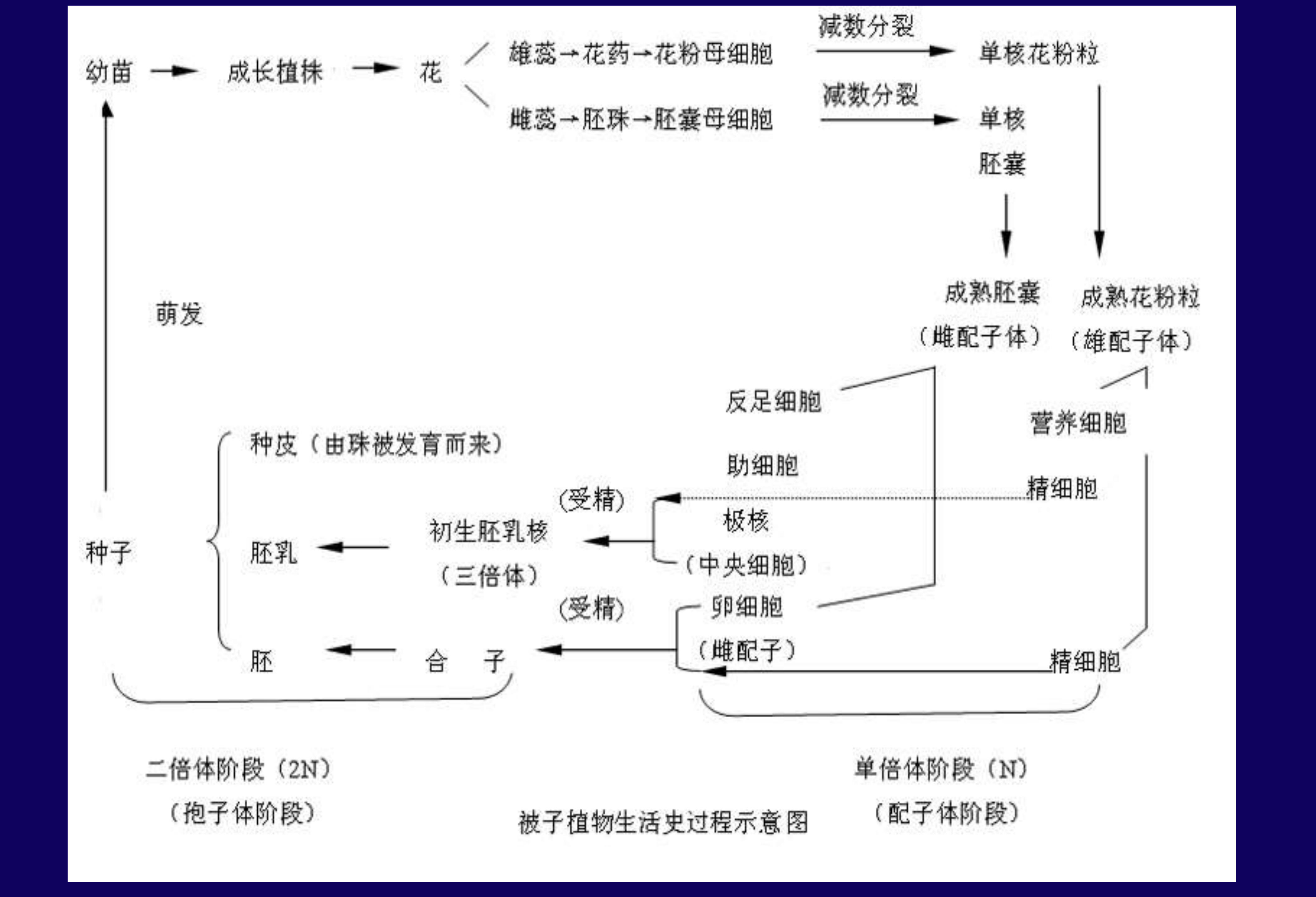


图 17.19　木本植物的茎初生组织和次生组织的关系

三、植物的生殖和发育

（一）被子植物的有性生活周期

- 植物的生活史：植物在其个体发育过程中，从其生命的某个阶段开始，经过一系列中间发展阶段，到再次出现该阶段所经历的全过程，也称为生活周期。
- 被子植物的生活史或生活周期：对于被子植物而言，通常指从上一代种子至形成新一代的种子所经历的全过程，或是从受精卵开始到下一代受精卵形成为止所经历的全过程。



被子植物生活史过程示意图

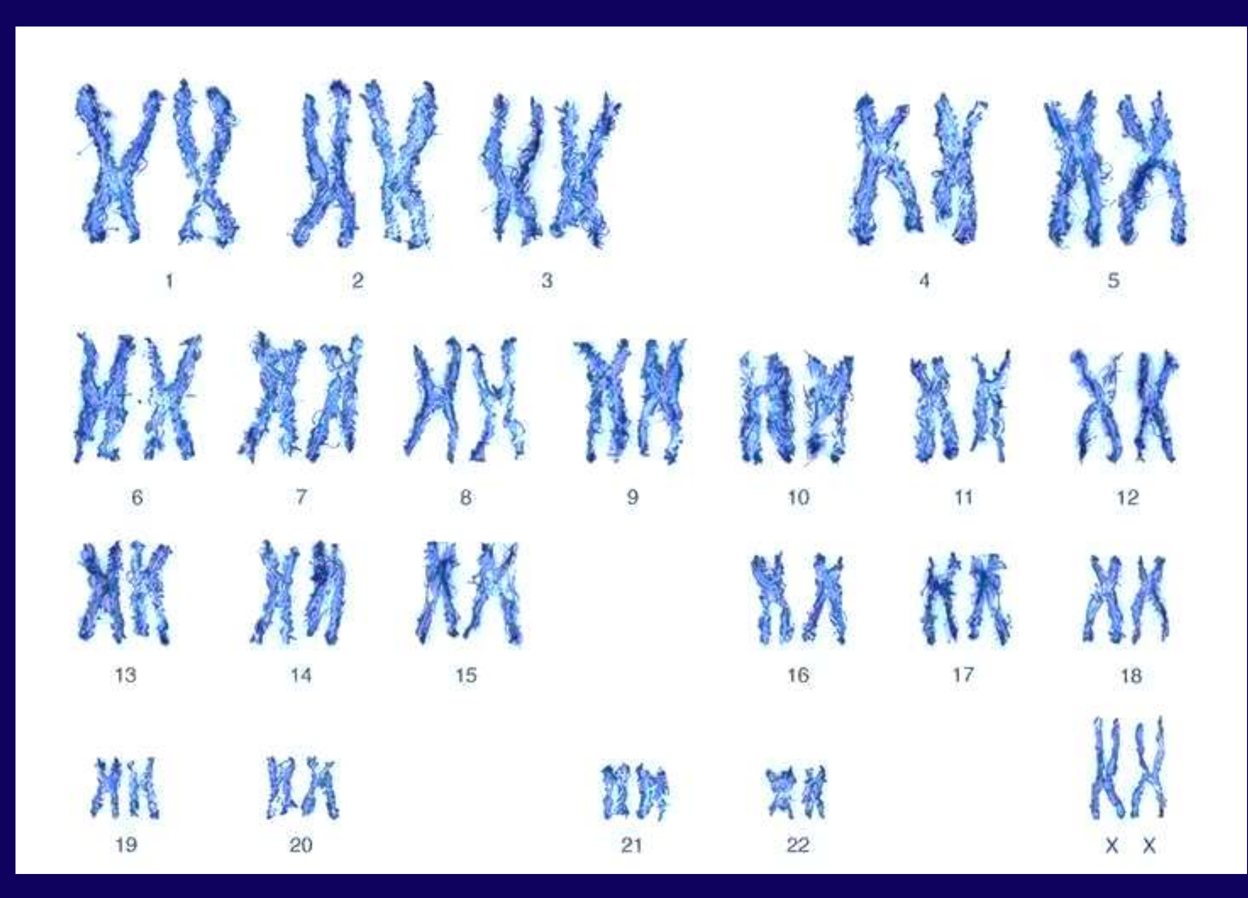
世代交替（alternation of generation）：

在所有植物的生活史中，

孢子体世代（或无性世代2n）和配子体世代（或有性世代n）

有规律地交替出现。

染色体组：在大多数生物的体细胞中，染色体都是两两成对的，也就是说含有两套非同源染色体，其中把每套非同源染色体称为一个染色体组。



人类（2n=46）

一个染色体组中含有发育成该物种的全部遗传信息



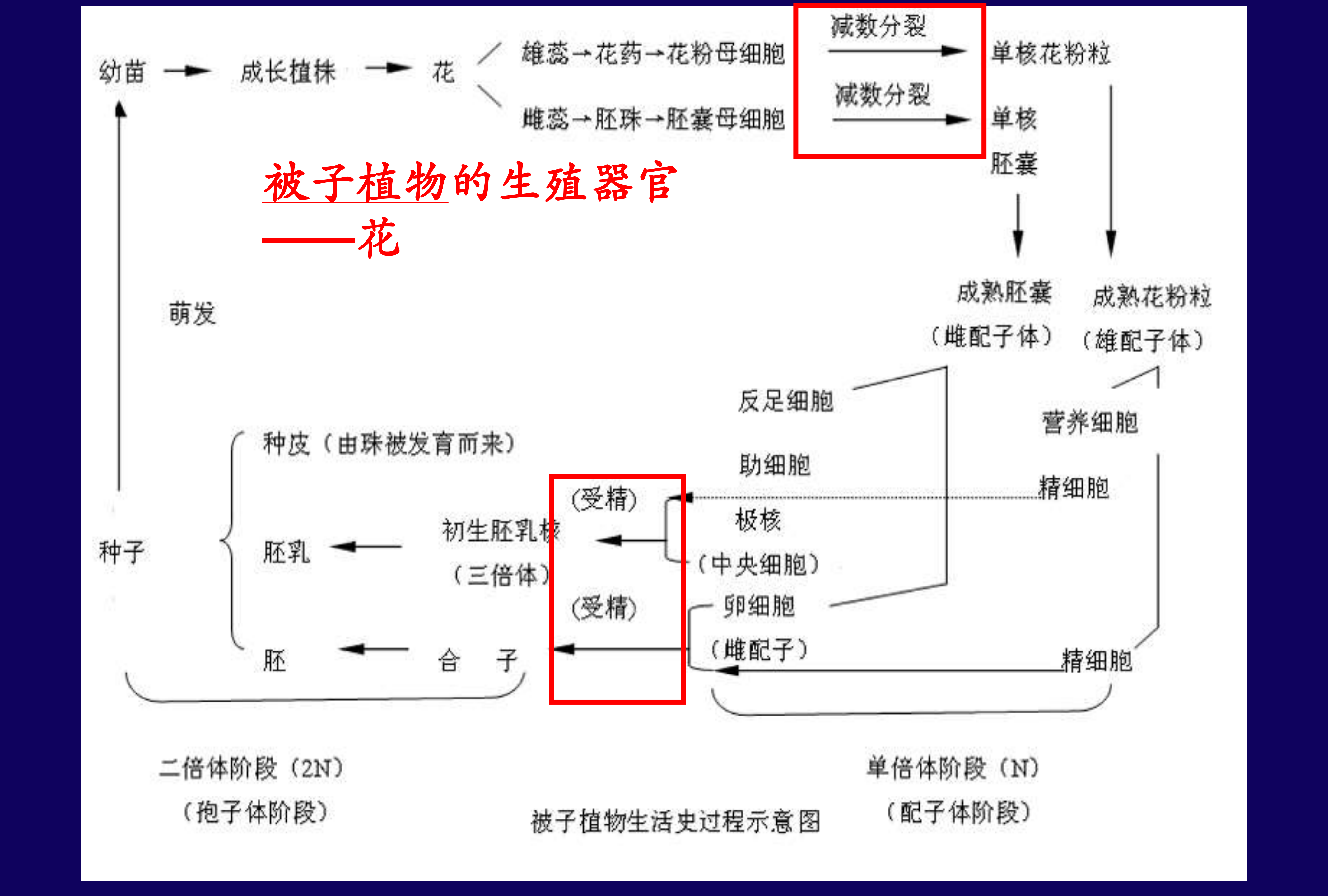
果蝇（2n=8）

世代交替（alternation of generation）：

在所有植物的生活史中，孢子体世代（或无性世代2n）和配子体世代（或有性世代n）有规律交替出现的现象。

被子植物的生活史：具有明显的世代交替现象。

- 在其世代交替中，孢子体高度发达、进化，配子体高度简化、集约化；
- 减数分裂是孢子体世代向配子体世代过渡的重要环节和转折点，
- 双受精作用是配子体世代向孢子体世代过渡的关键环节和重要转折点。



被子植物的生殖器官
——花
幼苗
成长植株
花
雄蕊→花药→花粉母细胞
雌蕊→胚珠→胚囊母细胞
减数分裂
减数分裂
单核花粉粒
单核
胚囊
成熟胚囊
（雌配子体）
成熟花粉粒
（雄配子体）
萌发
反足细胞
营养细胞
种皮（由珠被发育而来）
助细胞
精细胞
(受精)
极核
初生胚乳核
（三倍体）
（中央细胞）
种子
胚乳
(受精)
卵细胞
（雌配子）
胚
合　子
精细胞
二倍体阶段（2N）
（孢子体阶段）
被子植物生活史过程示意图
单倍体阶段（N）
（配子体阶段）

裸子植物没有花。被子植物有花，又叫有花植物。

严格来讲，裸子植物是不开花的，它只有根、茎、叶和种子四大器官。裸子植物开出来的花，并不是真正意义上所说的花，它的雌花是大孢子叶球，雄花是小孢子叶球。没有花也就不会形成果实。裸子植物是多年生的木本植物，大部分都是高大的乔木，也有的是灌木，极少部分属于是藤本。



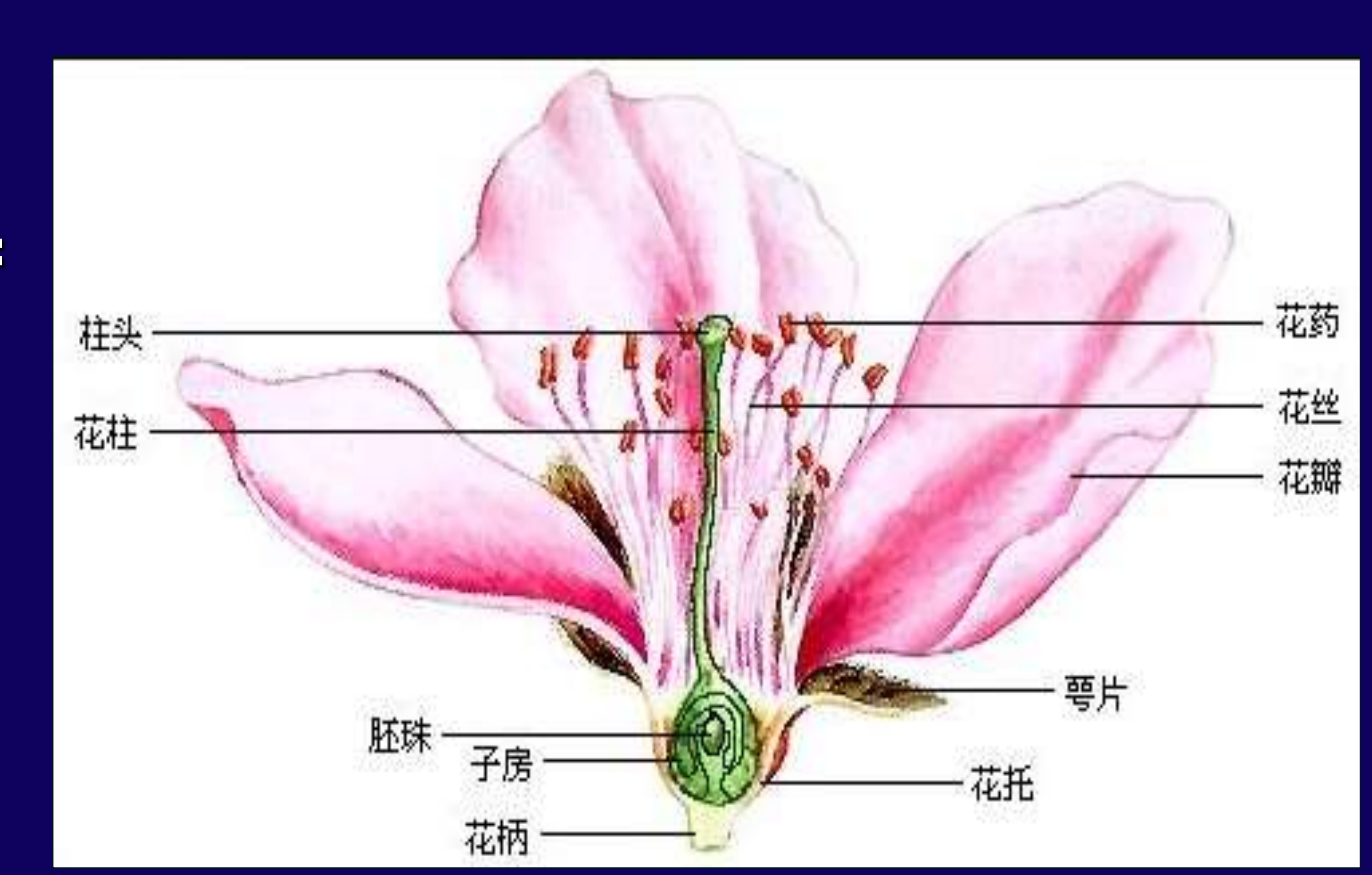
马尾松的“花”：松花

1、花的结构

花(flower)——是被子植物的生殖器官，是适应于生殖的变态短枝，花的各部分为变态叶。

典型的被子植物的花：

完全花
- 花萼
- 花瓣
- 雄蕊群
- 雌蕊群



不完全花：四个部分缺少其中任何一部分



南瓜花：花冠为钟状黄色，通常是缺少雌蕊或雄蕊。

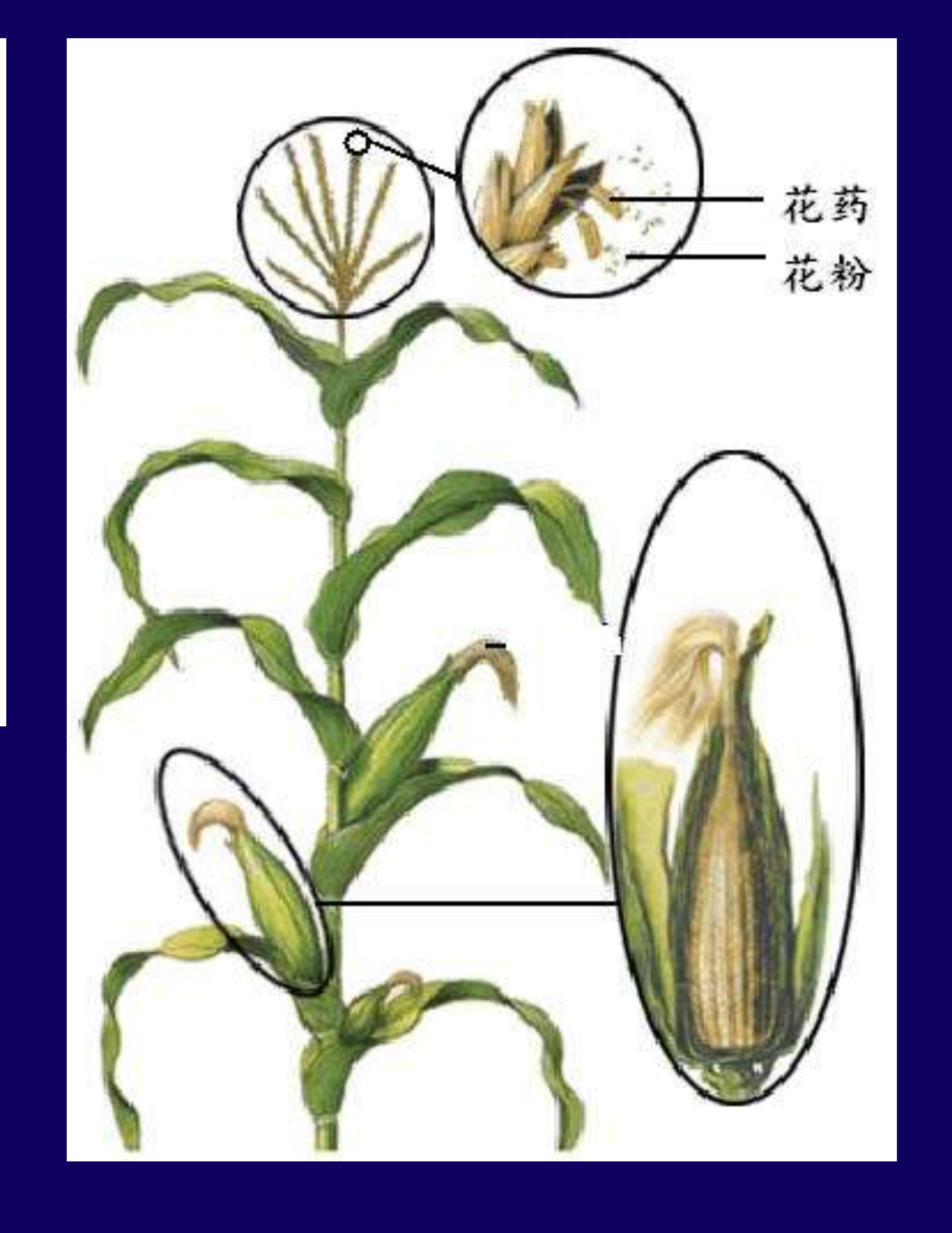
2. 禾本科植物的花　禾本科植物的花与一般花的形态不同，如下图的小麦花。

芒
第四小花
第三小花
第二小花
第一小花
颖片
颖片
外稃
内稃
花药
花丝
柱头
子房
浆片

禾本科植物的花没有花瓣

生殖器官是否完全又使花分为单性花(unisexual flower)和两性花(bisexual flower)。两性花是既有雌蕊又有雄蕊的,但不一定都有花瓣和萼片。单性花则或是缺少雄蕊,或是缺少雌蕊,分别为雄花和雌花。一株既有雌花又有雄花的植物称为雌雄同株(monoecious),否则就是雌雄异株(diecious)。玉米是雌雄同株的,顶端是雄花序,下面的是雌花序。银杏是雌雄异株的,有雄株和雌株之别。





关注花的雄蕊和雌蕊

心皮是雌蕊的基本单位，
顶端的柱头可以接受花粉粒，
下端是子房。

雄蕊顶端是花药，
花药可以产生花粉粒

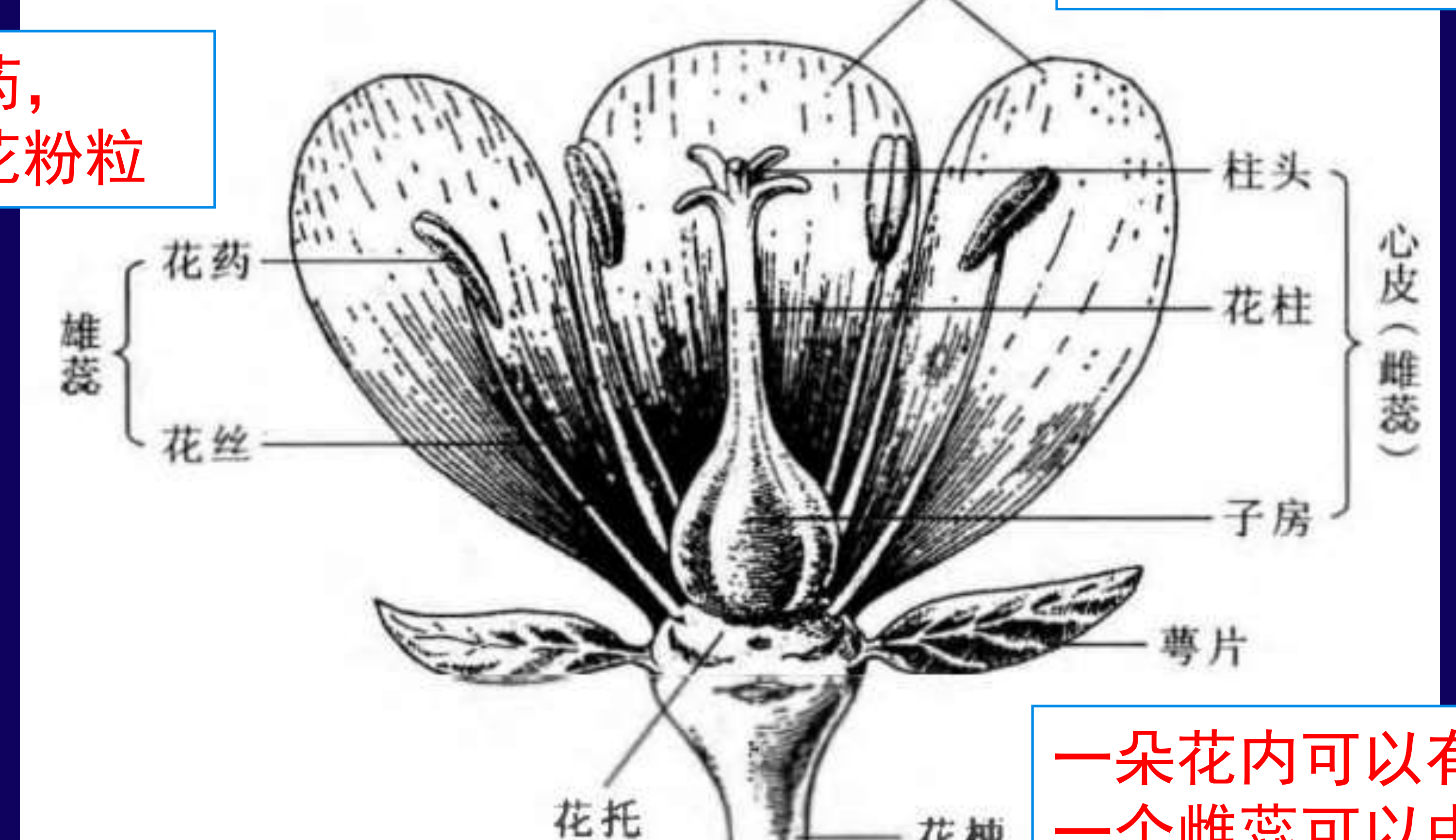


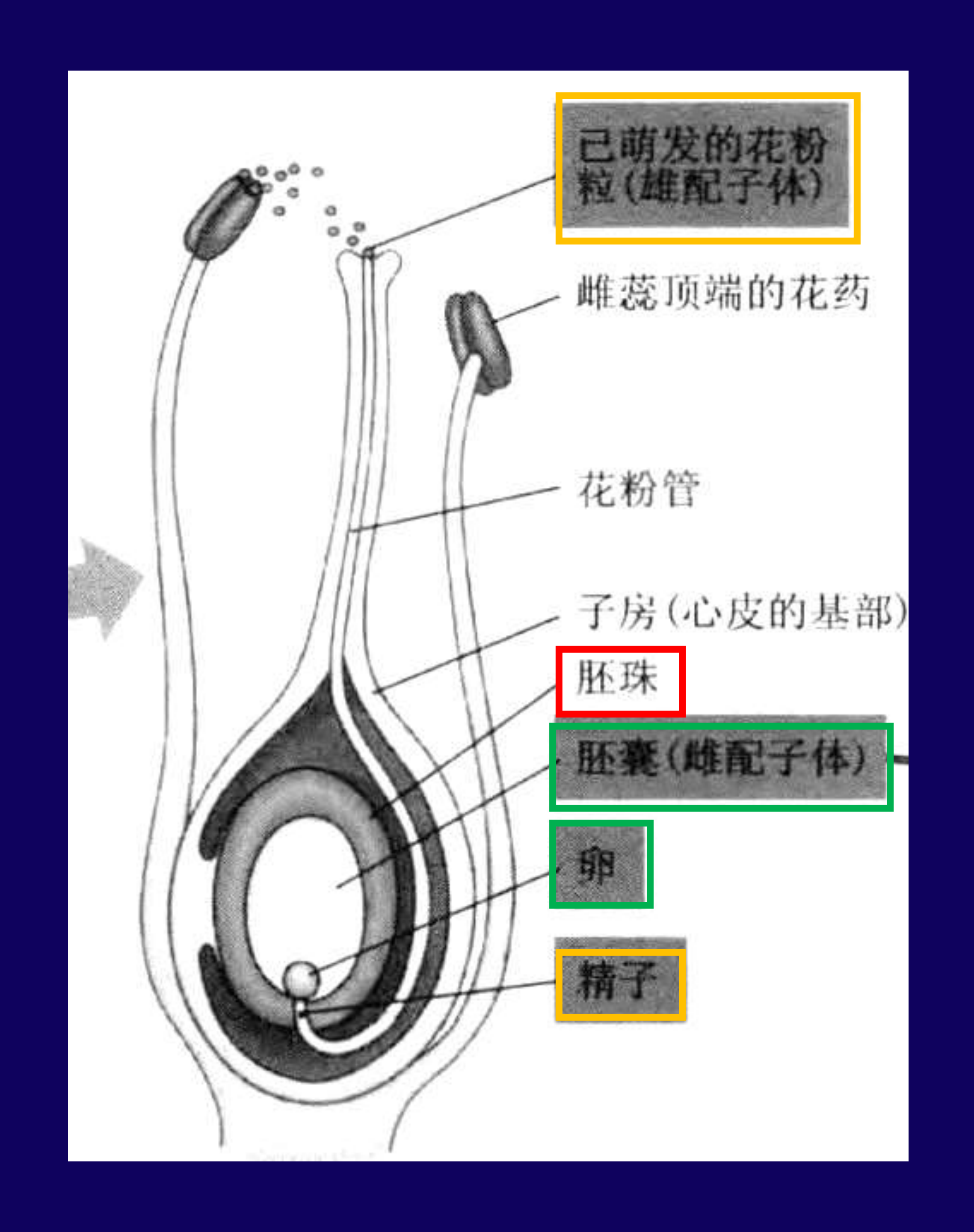
图 17.21　花的结构

一朵花内可以有多个雌蕊；
一个雌蕊可以由多个心皮组成。

受精作用：

- 受精作用的场所？
- 受精的胚珠发育成种子，子房则发育成果实。

如桃子。
食用部分是果皮，由子房壁发育而来，
中间的核是种子，由胚珠发育而来。



孢子体上的生殖器官（胚珠和花药）2n

↓ 有丝分裂

大孢子母细胞和小孢子母细胞 2n

↓ 减数分裂

大孢子和小孢子 n

↓ 有丝分裂

雌配子体和雄配子体 n

↓ 有丝分裂

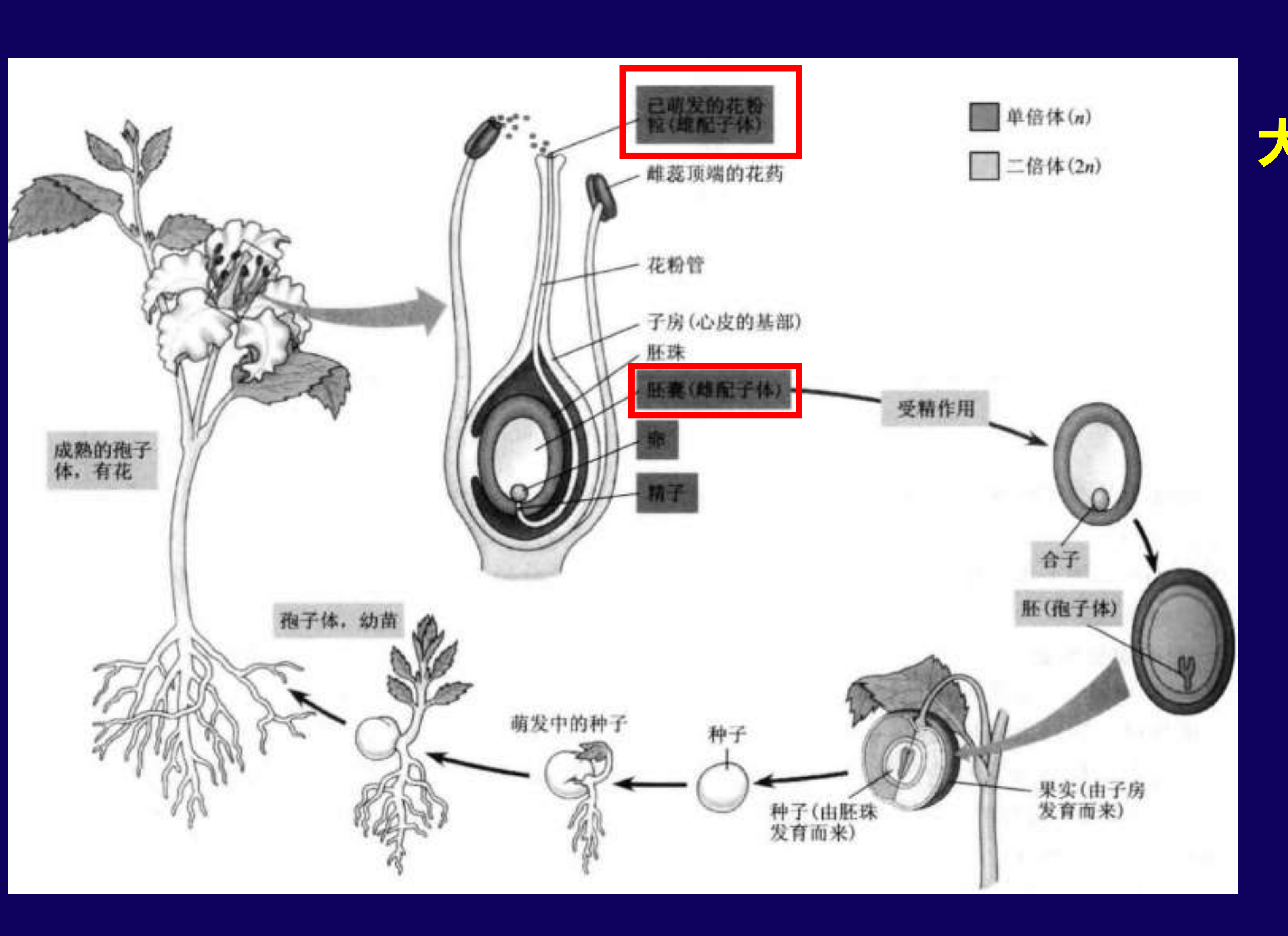
雌配子和雄配子 n

↓ 受精作用

合子 2n

↓ 有丝分裂

发育成新的孢子体 2n

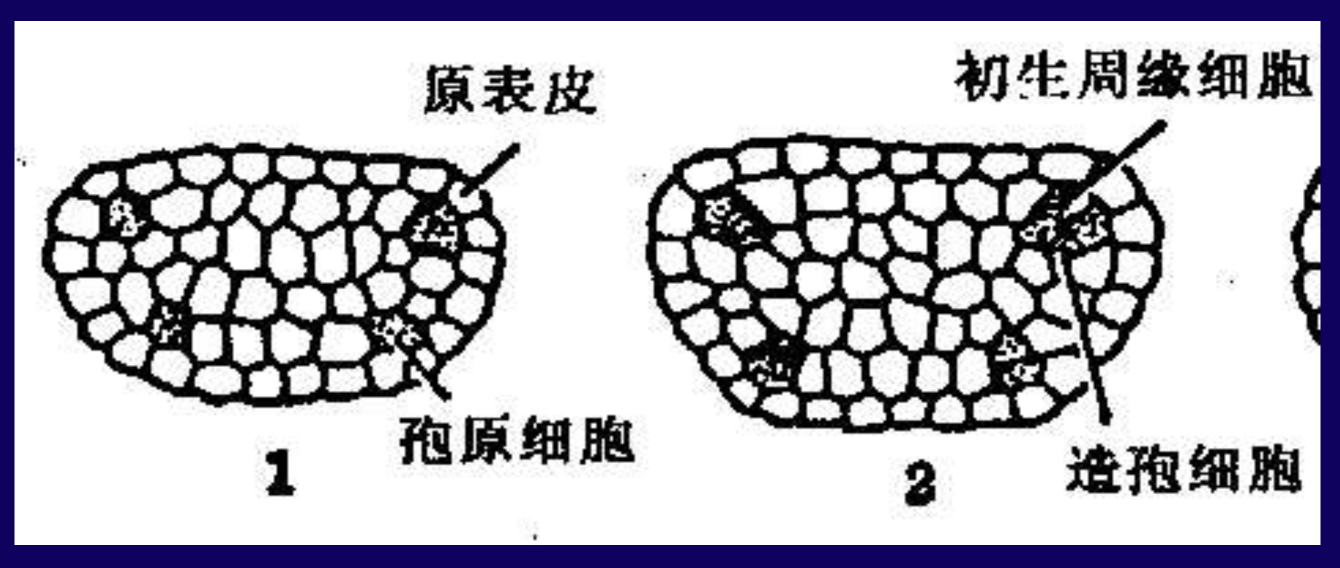


配子体是寄生在孢子体上的

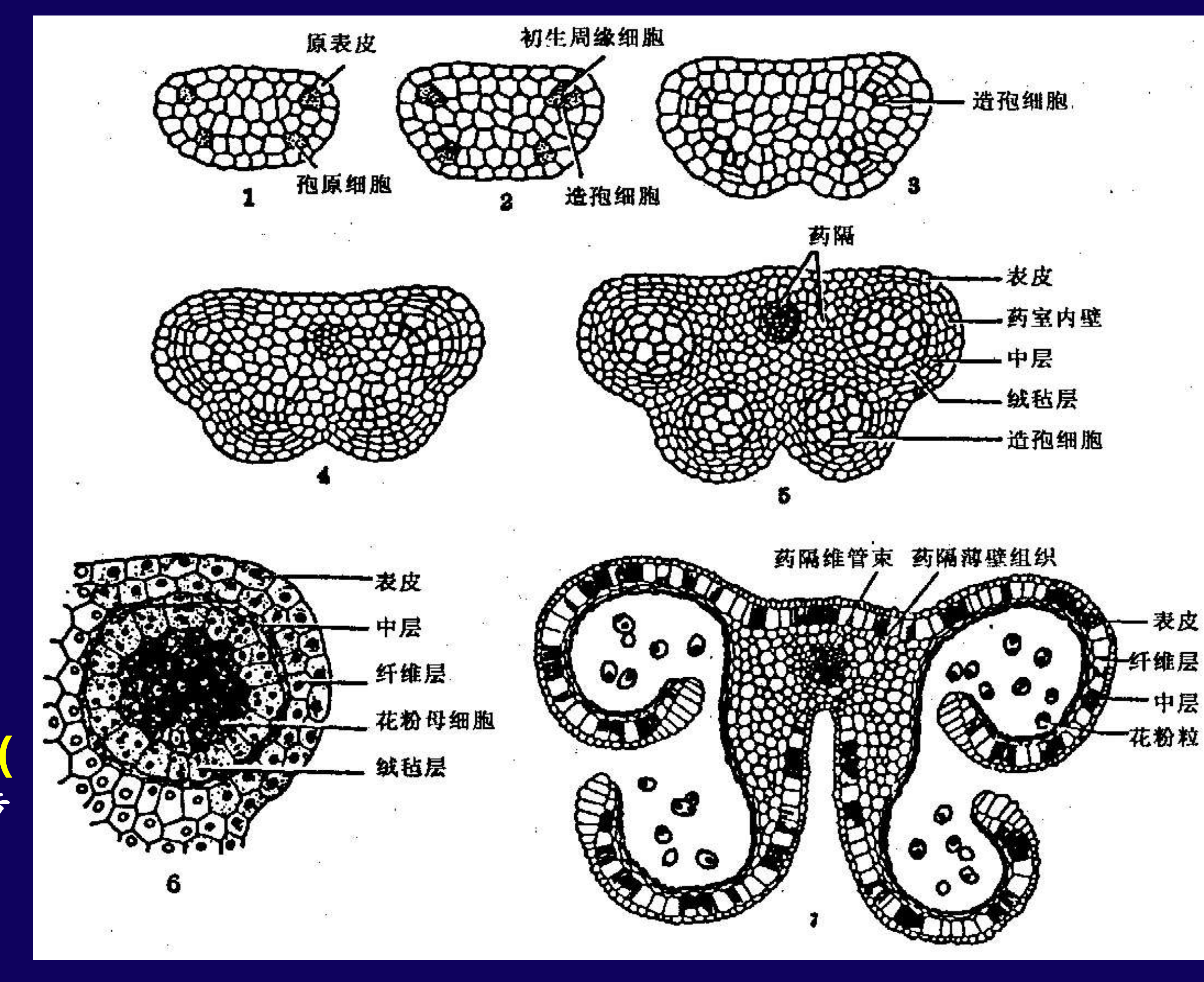
雄配子体花粉粒的形成：

花药由雄蕊原基顶端发育而成的，早期是一团具有分裂能力的细胞，以后这团组织的四个对称方位处的细胞分裂较快，使花药的横切面由原来的圆形逐渐变成具有四个棱角的花药维体（花药原基）。花药原基的中央部分形成维管束和大量薄壁细胞构成药隔。花药原基的四个棱角处的表皮细胞内侧，分化出一个或几个纵列的孢原细胞。





- 孢原细胞通过一次平周分裂形成内外两层细胞，外层为周缘细胞(壁细胞)，内层为造孢细胞。
- 周缘细胞经过平周分裂和垂周分裂，产生呈同心排列的数层细胞，自外向内依次为药室内壁(纤维层)、中层和绒毡层，这三层和表皮一起共同构成花粉囊壁。
- 在花粉囊壁分化形成的同时，造孢细胞也进行分裂或直接发育为花粉母细胞(小孢子母细胞)，再进一步经减数分裂形成许多花粉粒n。

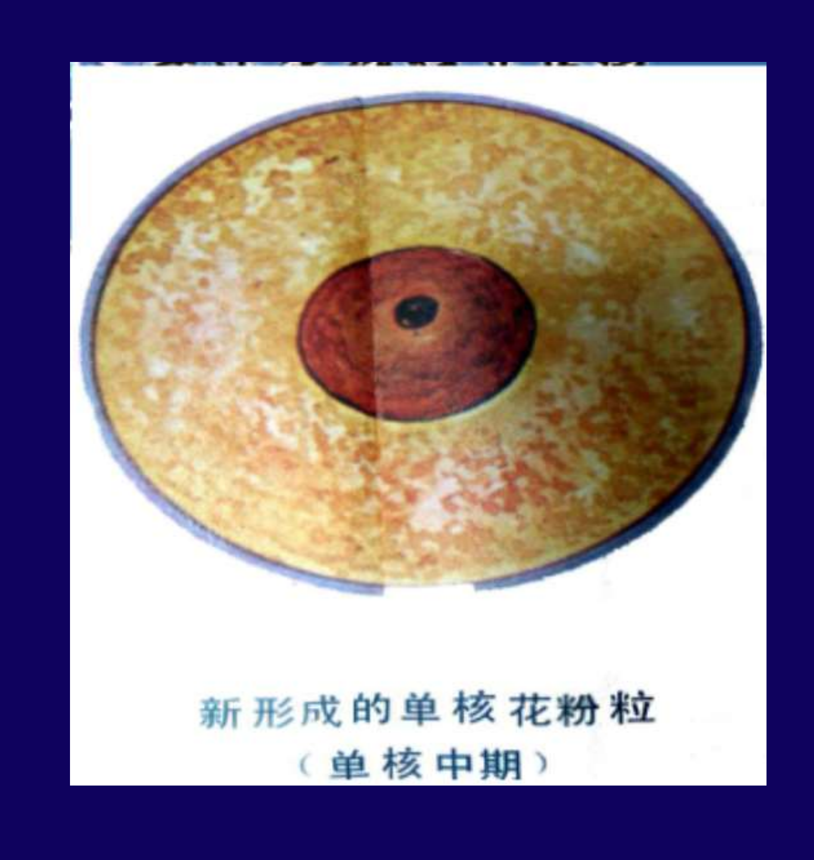




药隔
花粉囊
（含花粉粒）
图片来源：Veer图库 www.veer.com

雄配子体（花粉粒n）产生雄配子（精子n）的过程：

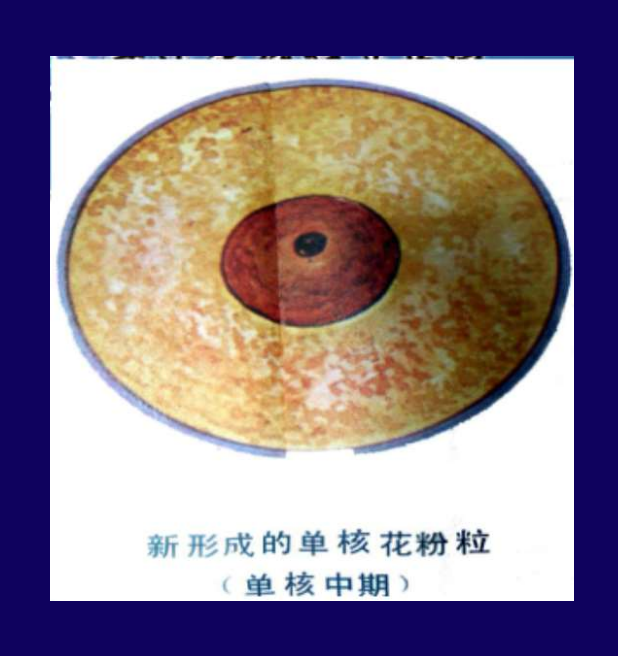
单核花粉粒体积小、壁薄、细胞质浓厚、核大位于中央(单核居中期)，以后单核花粉粒吸收绒毡层的营养使其长大，细胞质明显液泡化，逐渐形成大液泡，细胞核移向一侧(单核靠边期)。





雄配子体（花粉粒n）产生雄配子（精子n）的过程：

接着进行一次有丝分裂，先形成两个核，以后再进行一次不均等的细胞质分裂，在两核之间形成弧形细胞壁，从而出现两个特殊细胞，其中靠近花粉粒壁一侧的小细胞较小叫生殖细胞，另一侧特大型叫营养细胞，此期为二核花粉粒时期。


新形成的单核花粉粒
（单核中期）

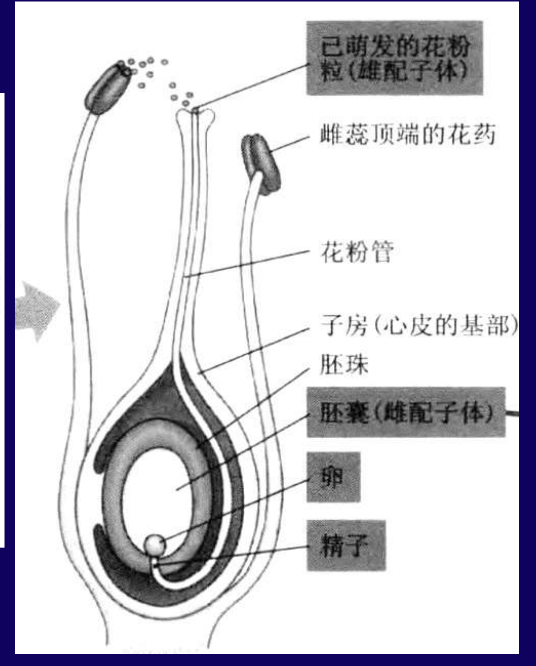

产生液泡（单核）


核分裂
（二核期）
大多数的花粉粒发育成二核期便已成熟

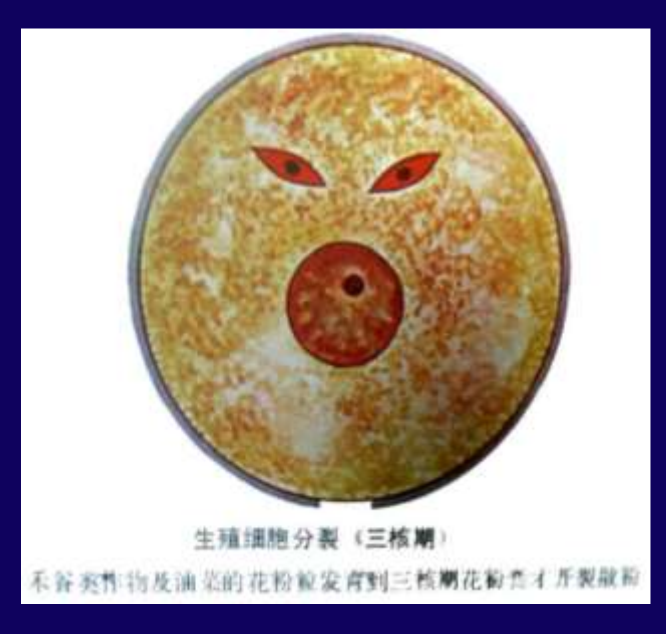
雄配子体（花粉粒n）产生雄配子（精子n）的过程：

- 被子植物中70%的植物发育到二核花粉粒时期便已成熟，花粉囊壁破裂，释放花粉粒，进行散粉，在花粉管萌发过程中，生殖细胞再进行一次分裂产生两个精子。
- 少数植物(如禾本科)发育到二核期后，生殖细胞要进行一次有丝分裂，形成两个精子，此时期称为三核花粉粒时期。二核花粉粒和三核花粉粒通常又被称为雄配子体，精子则称为雄配子。



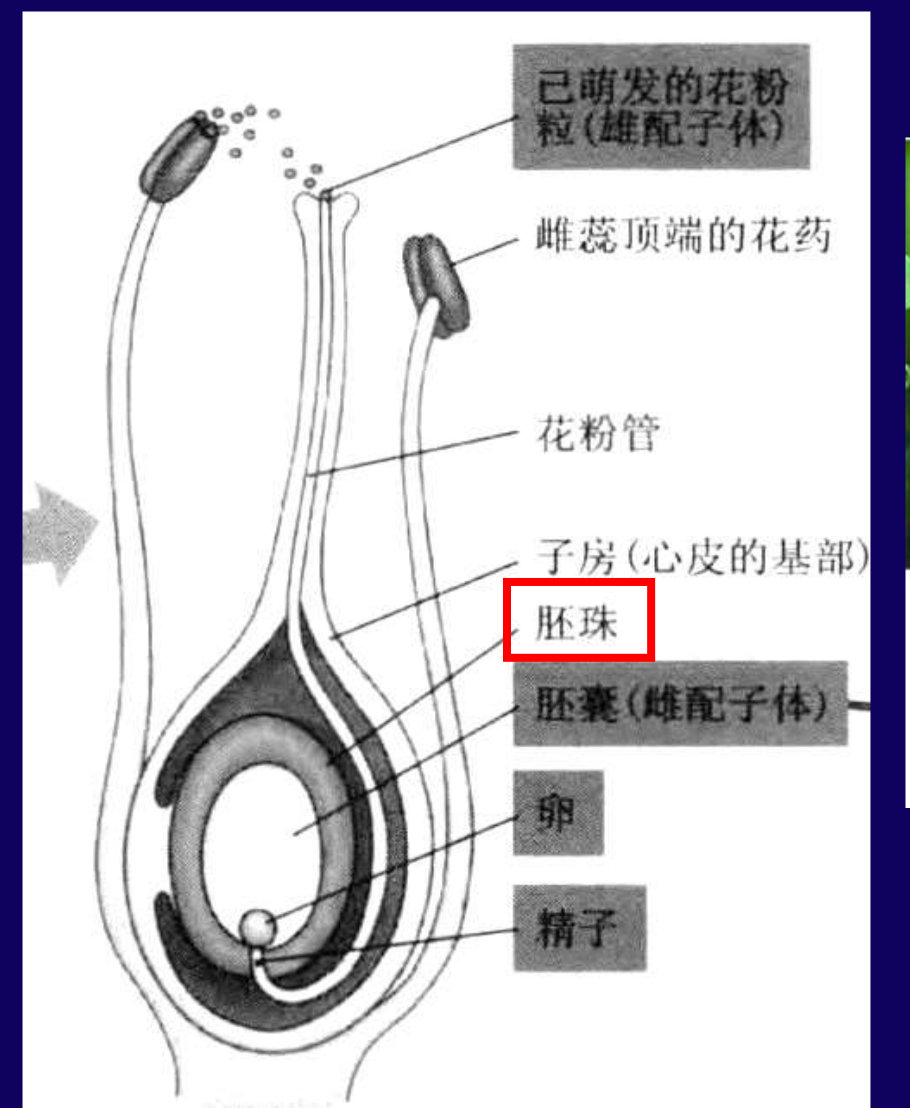




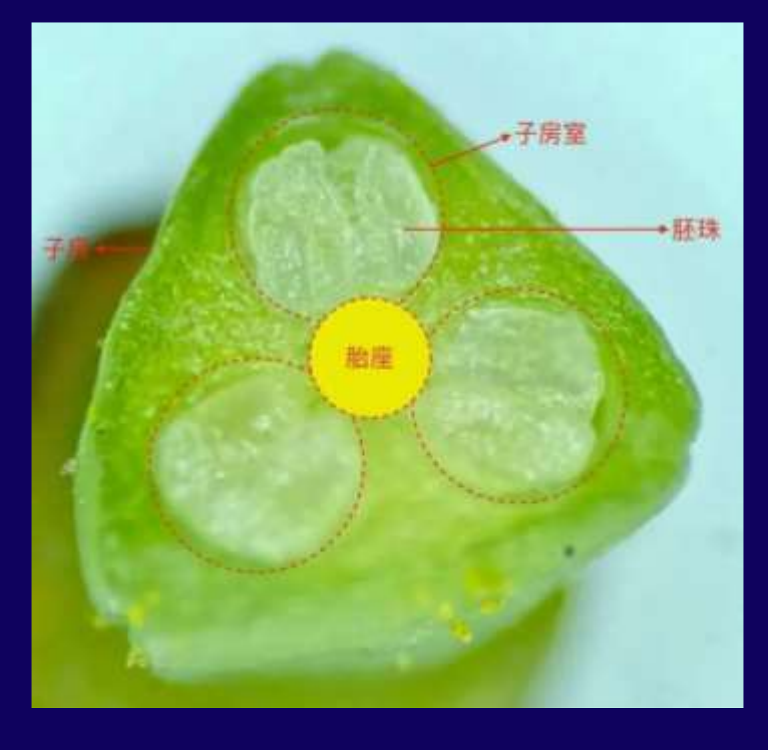


雌配子体胚囊的形成：

胚囊的形成发生在胚珠中；一朵花的子房中一般有一个或多个胚珠。

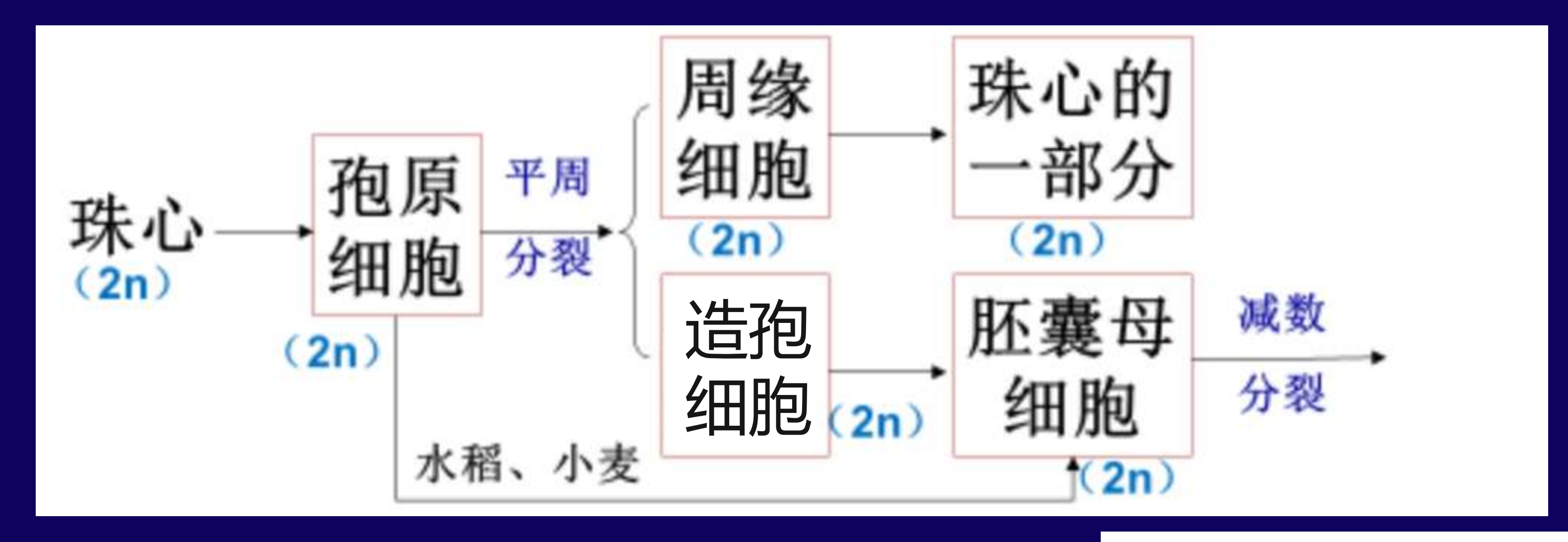


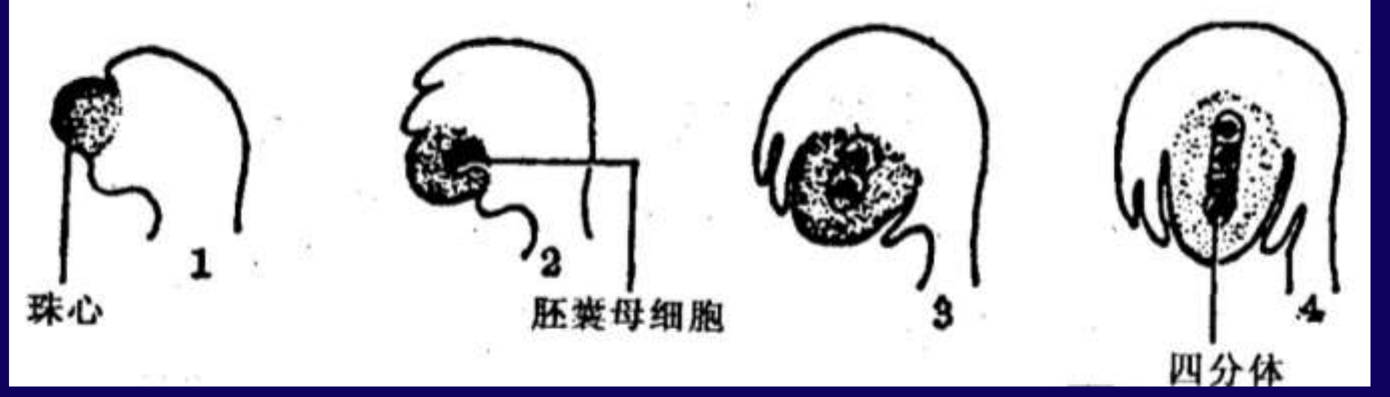




雌配子体胚囊的形成：

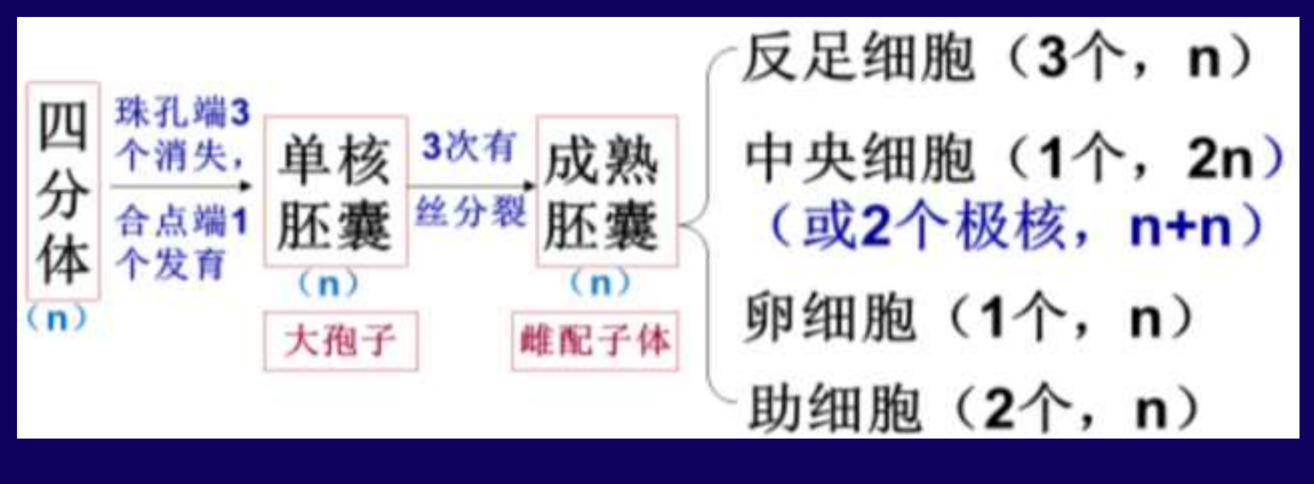
胚珠中有一个大孢子母细胞，周围有许多小的细胞保护着它，这个大孢子母细胞膨大并发生减数分裂，产生4个单倍的孢子(四分体)，但通常只有一个能存活。





雌配子体胚囊的形成：

这一个孢子长大并发生有丝分裂，产生一个8核7细胞结构的成熟胚囊。卵细胞就在胚囊中。



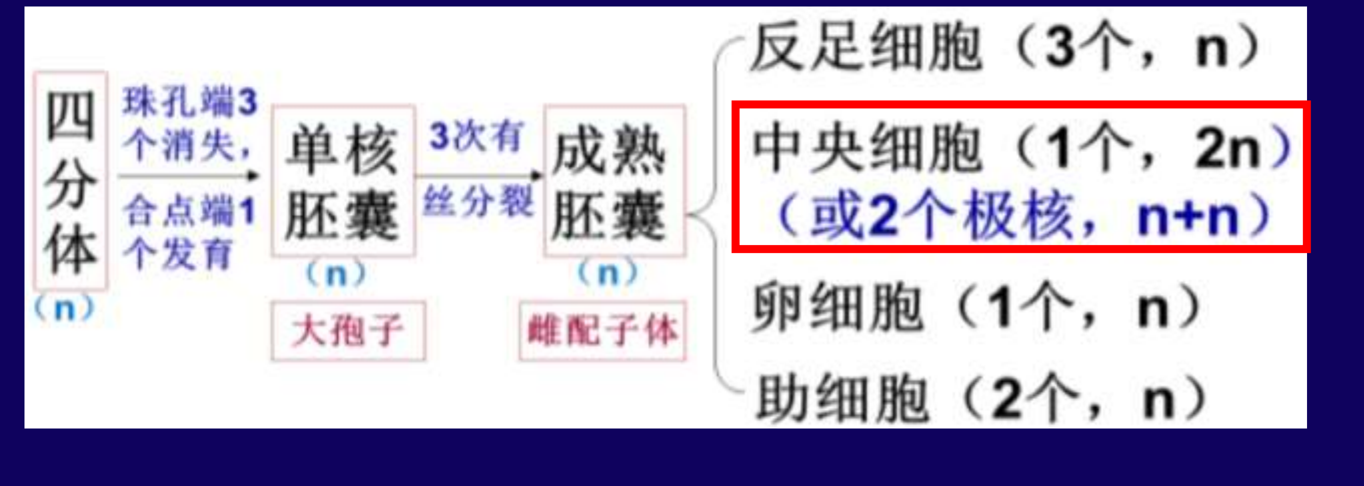
珠心 1 2 胚囊母细胞 3 4 四分体

5 6 单核胚囊 7 二核胚囊

8 四核胚囊 9 八核胚囊 10 成熟胚囊 株柄 珠心 珠孔 内珠被 外珠被

雌配子体胚囊的形成：

这一个孢子长大并发生有丝分裂，
产生一个8核7细胞结构的成熟胚囊。
卵细胞就在胚囊中。



合点
珠心
反足细胞
极核
卵细胞
助细胞
维管束
珠柄
胎座
外珠被
内珠被
珠孔

- 中央细胞：体积很大，具大液泡，有2个极核，发育为胚乳，贮藏营养。
- 反足细胞：转运物质进入胚囊。
- 卵：近珠孔端，受精后发育为胚。
- 助细胞：近合点端，细胞质浓厚，具有丝状器（助细胞壁向内生长形成的不规则的片状或指状突起)。其主要作用有：
  ① 诱导花粉管进入胚囊
  ② 分泌酶类物质，促进花粉管末端溶解
  ③ 转运珠心物质进入胚囊

